

PARTIAL TRANSLATION OF JP 2002-154085 A FOR IDS

(19) Japanese Patent Office
(12) Official Gazette (A)
(11) Publication Number: 2002-154085
(43) Date of Publication: May 28, 2002
(51) Int. Cl. B25J 19/06
9/22
G05B 23/02

Request for Examination: Not yet submitted
Number of Claims: 9 (total 10 pages)

(21) Application Number: 2000-348170
(22) Date of Filing: November 15, 2000
(71) Applicant: TOYOTA MOTOR CORPORATION
[Translation of Address Omitted]
(72) Inventors: Kazutsugu FUKITA
[Translation of Address Omitted]
(74) Representative: Patent Attorney Kenji YOSHIDA
(and two others)

(54) [Title] Maintenance Support Method and Maintenance Support Device for Working Robot System

[Page (5) col. 8 line 45 – page (6) col. 9 line 36]

[0034] In the case where no interference with other equipment is identified, when a maintenance manager touches a procedural item of “faulty drive unit,” then the screen shifts to that showing a replacement procedure of the drive unit as shown in FIG. 4. In the example of FIG. 4, the selected procedural item “faulty drive unit” is displayed in a display area 36a in an upper portion of a main display area 26, and the location of the drive unit in a control device 12 is shown graphically in a location display area 36b on the left side below the display area 36a. Incidentally, in the display area 36a, a processing time necessary for replacing the drive unit (for example, 10 minutes) is displayed. Further, in the case of FIG. 4, a processing time necessary for investigation (5 minutes) in the case of carrying out an investigation concerning the drive unit described later also is displayed for reference. Moreover, on the right side of the main display area 26, specific

work contents 36c are shown. In other words, the "product name," "model / product number," "notes (parts storage rack number)" and the like of the drive unit to be replaced are displayed in the top part of the work contents 36c, the "tool" necessary for parts replacement, for example, "M5 screw / Phillips screwdriver (200 mm or more)" or the like is displayed in the middle part thereof, and a work procedure showing an actual replacement method, for example, "1. Turn OFF power of control device. Start work at least 5 minutes after turning OFF power.", "2. Disconnect all cables connected to drive unit.", "3. Unscrew mounting screws (6 screws) and draw out drive unit. Weight: about 170 N", "4. Fit in new drive unit." and the like are displayed sequentially in the bottom part thereof. Also, in the case where there are further work contents, a scroll key is displayed so that the work contents thereafter can be displayed. At this time, in a bottom left portion of the main display area 26, a comment screen 36d for replacing parts more smoothly is displayed. In this comment screen 36d, for example, a sketch drawing of the drive unit to be replaced is displayed, or a comment screen corresponding to the work contents for the actual parts replacement described above, for example, the position of the cables to be removed, the position of the mounting screws etc. are displayed sequentially. Of course, a series of procedures may be displayed with moving images. Also, the position of the storage rack may be illustrated by touching the section "notes" shown in the work contents 36c, or an actual shape of the tool or its storage place may be illustrated by touching the section of tool in the comment screen 36d. Incidentally, it is preferable that the work contents illustrated here are updated based on the past repair history or changes in parts for use (a content updating step). By performing this content updating, it is possible to provide an efficient replacement procedure.

* * * * *

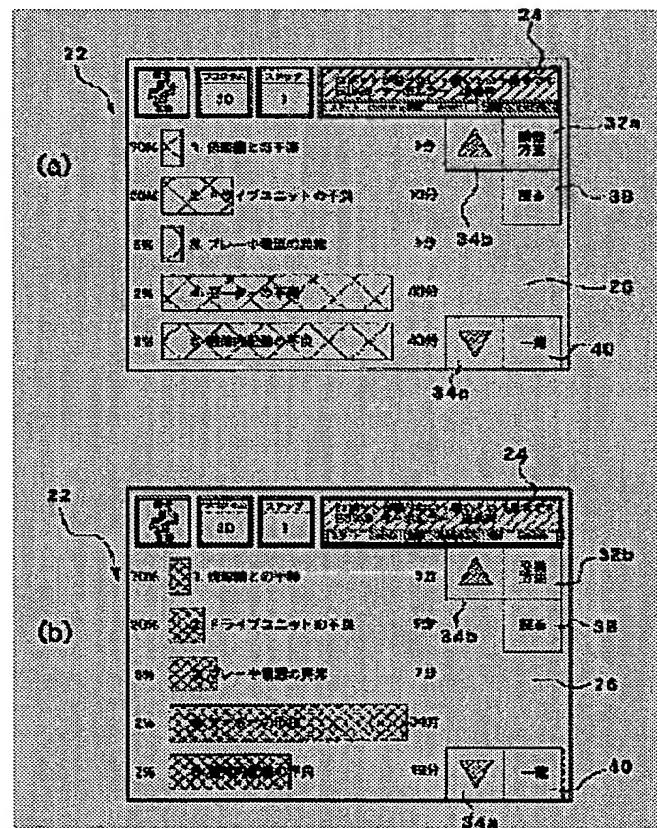
MAINTENANCE SUPPORT METHOD AND MAINTENANCE SUPPORT DEVICE FOR WORKING ROBOT SYSTEM

Patent number: JP2002154085
Publication date: 2002-05-28
Inventor: FUKITA KAZUTSUGU
Applicant: TOYOTA MOTOR CORP
Classification:
 - international: B25J19/06; B25J9/22; G05B23/02
 - european:
Application number: JP20000348170 20001115
Priority number(s):

Abstract of JP2002154085

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a maintenance support device which can provide an optimum maintenance operation procedure depending on a level of skill of a maintenance manager.

SOLUTION: In a display part 22 of this maintenance support device, switchover touch switches 32a and 32b are arranged which selects, in order to recover a failure with respect to a system which is an object of maintenance, an operation mode for mainly performing a parts replacement or an operation mode for mainly performing a research such that with the research for identifying a failure point is performed and the parts replacement is carried out. By displaying the operation procedure suitable for the level of skill of the maintenance manager with respect to the system which is the object of maintenance, the recovery of the system failure can be carried out quickly and smoothly, whereby the effective maintenance operation can be performed.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-154085
(P2002-154085A)

(43)公開日 平成14年5月28日 (2002.5.28)

(51)Int.Cl'
B 25 J 19/06
9/22
G 05 B 23/02

識別記号

F I
B 25 J 19/06
9/22
G 05 B 23/02

テ-テコ-ト(参考)
3 F 0 5 9
A 5 H 2 2 3
X

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全10頁)

(21)出願番号 特願2000-348170(P2000-348170)

(22)出願日 平成12年11月15日 (2000.11.15)

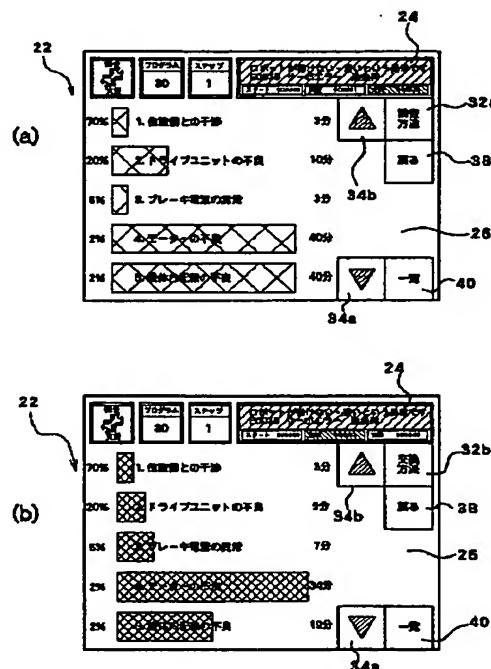
(71)出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72)発明者 吹田 和嗣
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(74)代理人 100075258
弁理士 吉田 研二 (外2名)
F ターム(参考) 3P059 AA05 BC07 BC09 FA08 FA10
FC07
5H223 AA06 EE05 EE08 EE13 EE30
FF03

(54)【発明の名称】 作業用ロボットシステムの保全支援方法及び保全支援装置

(57)【要約】

【課題】 保全管理者の熟練度に応じて最適な保全作業手順を提供することのできる保全支援装置を提供する。

【解決手段】 保全支援装置の表示部22には、保全対象のシステムに対し、故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態または故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態を選択する切換タッチスイッチ32a, 32bが配置され、保全対象のシステムに対する保全管理者の熟練度に適した作業手順を表示することにより、システムの故障からの復旧を迅速かつスムーズに行うように導き、効率的な保全作業が可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の作業を順次行う作業用ロボットシステムの保全支援方法であって、
作業用ロボットシステムで発生した故障に基づいて故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態または故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態を選択させる形態選択ステップと、
選択された作業形態に対応した選択自在な手順項目であって、故障原因となる確率の高い順に手順項目を表示する項目表示ステップと、
選択した前記手順項目に応じて、故障復旧のための作業内容を表示する内容表示ステップと、
を含むことを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法において、
前記項目表示ステップは、
表示した手順項目に従う処理に要する処理時間を表示することを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援方法。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の方法において、
前記項目表示ステップは、
少なくとも過去の故障履歴に基づいて、手順项目的表示順序を更新する順序更新ステップを含むことを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援方法。

【請求項4】 請求項1から請求項3のいずれかに記載の方法において、
前記項目表示ステップは、
少なくとも過去の修理履歴に基づいて、作業内容を更新する内容更新ステップを含むことを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援方法。

【請求項5】 所定の作業を順次行う作業用ロボットシステムの保全支援装置であって、
作業用ロボットシステムの故障を検出する検出部と、
前記検出結果に基づいて故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態または故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態を選択する形態選択部と、
選択された作業形態に対応した保全支援の内容を表示する制御部であって、少なくとも故障原因となる確率の高い順に手順項目を表示する項目表示制御と、選択した手順項目に応じた作業内容を表示する内容表示制御を行う制御部と、
前記制御部の制御に基づいて表示を行う表示部と、
を含むことを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援装置。

【請求項6】 請求項5記載の装置において、
前記制御部は、
表示した手順項目に従う処理時間を表示することを特徴

とする作業用ロボットシステムの保全支援方法。

【請求項7】 請求項5または請求項6記載の装置において、
前記制御部は、

少なくとも過去の故障履歴に基づいて、手順项目的表示順序を更新することを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援装置。

【請求項8】 請求項5から請求項7のいずれかに記載の装置において、
前記制御部は、

少なくとも過去の修理履歴に基づいて、作業内容を更新することを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援装置。

【請求項9】 請求項5から請求項8のいずれかに記載の装置は、作業用ロボットシステムの動作教示を行う教示操作装置に搭載されていることを特徴とする作業用ロボットシステムの保全支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】 本発明は、作業用ロボットシステムの保全支援方法及び保全支援装置、特に保全管理者のスキルに応じて最適な保全作業手順を提供することができる保全支援方法及び保全支援装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 各種製造業のオートメーション化に伴って作業用ロボットシステム（産業用ロボット）の導入が盛んに行われている。作業用ロボットシステムとしては、6軸等の多関節ロボットの利用が一般的であり、正確かつ迅速な作業を必要とする場合や、作業に危険を伴う場合など人間に代わって作業を速やかに実行することができる。作業用ロボットシステムは、多関節ロボットのアーム先端部に所望の作業用ツール、例えば、スポット溶接用ガン、アーク溶接用トーチ、シーラ（接着剤塗布器）用ガン、マテリアルハンド等を装着することにより、所望の用途に適応した形態を構築することができる。特に、大型部品の組付けや溶接等を多用している自動車製造業等では各種作業用ロボットが大量に製造ライン側に配置され、所定の作業を順次行っている。

【0003】 前述したように作業用ロボットは、製造ラインに大量に配置されているため、その中の一台の作業用ロボットが故障しただけでも、製造ライン全体の停止を招いてしまうため、迅速な故障からの復旧作業が不可欠である。通常、製造ラインには、保全管理者が待機しており、作業用ロボットの故障からの復旧を迅速に行える体制を整えている。

【0004】 一般に製造ラインには、様々な種類の作業用ロボットが配置されているが、個々に専属の保全管理者を待機させることは、非効率的であり現実的ではない。そのため、一人の保全管理者が複数種類の作業用ロボットの保全を担当せざるを得ない。そのため、作業用

ロボット毎に保全作業に関する熟練度（スキル）が異なる場合がある。つまり、ある作業用ロボットに関しては高い熟練度を有しているが、別の作業用ロボットに関してはあまり熟練していない場合がある。また、全ての産業用ロボットに熟練している保全管理者もいれば、保全管理に関してほとんど経験がない者もいる。このような場合でも、同様な保全作業を行えるように保全手順を指示することが望ましい。例えば、実開平4-102763号公報に開示される生産設備の操作盤は、駆動手順や故障診断等を行う場合に、表示部にその取り扱いに関する情報や操作手順を表示できるように構成している。このような表示を行うことにより、熟練度の低い保全管理者でも適切な保全作業を行うことが可能になる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、故障復旧対象となる作業用ロボット毎に保全管理者の熟練度が異なると共に、保全管理者自身の熟練度も異なる。例えば、機構系の故障の症状解析や復旧対応等の保全には熟練しているが、電気回路系の故障の症状解析や復旧対応等の保全には熟練していない者が多い。またその両方に熟練した者、逆にどちらの経験も浅い者もいる。一般に熟練度が高い場合、故障の症状に応じて、症状の解析や詳細部分のチェックを行い、故障部位を特定し、その部品のみの交換を行い、故障から復旧させる。逆に、熟練度が低い場合には、複雑な解析や詳細部分のチェックを行うと逆に作業が停滞し、故障復旧までの時間が長くなってしまう。そのため、とにかく故障原因になり得る部品を順次交換して故障から復旧させるという手法が採用される。

【0006】しかし、実開平4-102763号公報に開示される技術のように、熟練度の低い保全管理者を考慮した手順の表示を行った場合、熟練度の高い保全管理者にとっては、細かい手順案内が煩わしく感じられ、またその手順に従って作業を行った場合、復旧までに必要な無い部品の交換や無駄な作業を案内される可能性があり、かえって長時間を必要としてしまう場合がある。逆に、熟練度の高い保全管理者を考慮した手順を表示することも考えられるが、熟練度の低い者にとっては、案内された表示の意味や作業方法が十分に理解できず、個別の作業時間が長くなり、無駄な作業を行ったり、復旧までにやはり長時間を必要としてしまう場合がある。つまり、最適な保全作業ができないという問題がある。

【0007】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、保全作業者の熟練度に応じて最適な保全作業手順を提供するとのできる保全支援方法及び保全支援装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記のような目的を達成するために、本発明は、所定の作業を順次行う作業用ロボットシステムの保全支援方法であって、作業用ロボッ

トシステムで発生した故障に基づいて故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態または故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態を選択させる形態選択ステップと、選択された作業形態に対応した選択自在な手順項目であって、故障原因となる確率の高い順に手順項目を表示する項目表示ステップと、選択した前記手順項目に応じて、故障復旧のための作業内容を表示する内容表示ステップと、を含むことを特徴とする。

10 【0009】上記のような目的を達成するために、本発明は、所定の作業を順次行う作業用ロボットシステムの保全支援装置であって、作業用ロボットシステムの故障を検出する検出部と、前記検出結果に基づいて故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態または故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態を選択する形態選択部と、選択された作業形態に対応した保全支援の内容を表示する制御部であって、少なくとも故障原因となる確率の高い順に手順項目を表示する項目表示制御と、選択した手順項目に応じた作業内容を表示する内容表示制御を行う制御部と、前記制御部の制御に基づいて表示を行う表示部と、を含むことを特徴とする。

20 【0010】この構成によれば、部品交換を主体にした作業形態と、故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態と、を任意に選択可能なので、保全管理者の熟練度に応じた作業の支援を得ることが可能になり、作業用ロボットシステムの故障からの復旧を迅速に行うことができる。

【0011】上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記項目表示ステップは、表示した手順項目に従う処理に要する処理時間を表示することを特徴とする。

30 【0012】上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記制御部は、表示した手順項目に従う処理時間を表示することを特徴とする。

【0013】ここで、手順項目に従う処理に要する処理時間とは、部品交換を主体とした作業の場合、各部品の交換に要する時間が示され、調査を主体とした作業の場合、各調査に要する時間が示される。なお、この処理時間は、例えば過去の修理履歴等に基づいて算出される標準的な時間等が採用される。

40 【0014】この構成によれば、故障からの復旧作業に要する時間を容易に認識可能になる。また、故障からの復旧作業に要する時間に基づいて、作業形態の選択を行うことも可能になる。

【0015】上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記項目表示ステップは、少なくとも過去の故障履歴に基づいて、手順項目の表示順序を更新する順序更新ステップを含むことを特徴とする。

【0016】上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記制御部は、少なくとも過去の故障履歴に基づいて、手順項目の表示順序を更新することを特徴とする。

【0017】上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記項目表示ステップは、少なくとも過去の修理履歴に基づいて、作業内容を更新する内容更新ステップを含むことを特徴とする。

【0018】上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記制御部は、少なくとも過去の修理履歴に基づいて、作業内容を更新することを特徴とする。

【0019】この構成によれば、最適な手順で迅速な保全作業を常時行うことができる。

【0020】上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成の作業用ロボットシステムの保全支援装置は、作業用ロボットシステムの動作教示を行う教示操作装置に搭載されていることを特徴とする。

【0021】ここで、教示操作装置は、携帯型でも据え置き型でもよい。この構成によれば、故障からの復旧作業を作業用ロボットシステムの近傍で容易に行うことができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態（以下、実施形態という）を図面に基づき説明する。

【0023】図1には、本実施形態の作業用多関節ロボットシステム10（以下、単にシステム10という）及びシステム10のロボット制御装置（以下、単に制御装置という）12のユニット収納部14に対して着脱自在で、前記システム10の操作及び多関節ロボット16の動作教示等を行う操作装置18の概念構成が示されている。なお、図1に示す多関節ロボット16は、6軸構成であり、関節駆動機構a, b, c, d, e, fとアームA, B, C, D, E等の組み合わせにより構成されている。関節駆動機構a, d, fはアームB, E等の旋回動作を行う関節であり、関節駆動機構b, c, eはアームC, D, E等の上下動作を行う関節である。これらの関節の複合動作によりアームEの先端部に装着した作業用ツール20を所望の位置に所望の角度で接近させ、所望の作業を実行することができる。

【0024】前記制御装置12には、各関節駆動機構a, b, c, d, e, fを動作させるモータ等のドライバユニットや電源装置、関節駆動機構a, b, c, d, e, fを所定のプログラムによって動作させる演算処理部等が収納配置されている。

【0025】一方、操作装置18は、制御装置12に対して装着された状態または、図1に示すように分離した状態で使用可能である。そして、操作装置18の分離した状態においては、システム10の保全管理者は、前記操作装置18を片手で支持し、他方の手で表面に配置さ

れたスイッチ18aや表示部22上に表示されるタッチスイッチ等を操作し、システム10の操作及び多関節ロボット16の教示等を行う。もちろん、操作装置18を制御装置12のユニット収納部14に装着した場合には、保全管理者は、制御装置12の前に立ち、そこで、操作装置18の操作を行う。

【0026】本実施形態においては、前記操作装置18は、システム10の保全作業を行う時に使用する保全支援装置としても機能する。なお、システム10が通常正常に機能している場合には、操作装置18は、システム10の操作装置や教示装置として機能する。そして、システム10に異常が生じた場合、つまり、多関節ロボット16や制御装置12において、機械的な故障や電気的な故障が生じた場合、制御装置18は、直ちに保全支援装置として機能するようになる。

【0027】図2には、システム10に内蔵された当該システム10の故障を検出する検出部において故障が検出された場合、操作装置18上の表示部22に表示される表示内容の一例が示されている。なお、本実施形態において、システム10の故障とは、システム10の動作が部分的にまたは、全部停止してしまう場合や、許容し得る所定の動作状態から逸脱した場合、例えば、関節駆動機構のモータのスピードが低下した場合やアームの旋回位置が所定位置からはずれた場合等も故障と見なして、保全実行の対象とする。

【0028】図2に示すように、故障が発生した場合、表示部22の表示内容は、保全支援・スタート画面に自動的に移行する。保全支援・スタート画面においては、例えば、表示部22の右上部分にシステム10の故障の概略的症状の表示が、例えば赤の背景で示されるエラー表示エリア24に行われる。図2の場合、システム10の故障の概略的症状は、『ロボットが動けない・重い』という異常です。E0038 サーボエラー 過負荷と表示される。これは、何らかの原因により関節駆動機構を構成するサーボモータに過負荷が生じていることを示し、これは、モータの損傷、ドライブ回路の損傷等を招く旨を警告するものである。

【0029】このような場合、表示部22のメイン表示エリア26には、多関節ロボット16と制御装置12が表示され、前述した過負荷を発生させる原因、すなわち故障の原因となり得る部分が、例えば赤の点滅マーク28と共に、その故障の原因となり得る項目が表示される。図2の場合、故障の原因となり得る項目としては、多関節ロボット16のアーム先端部分における他設備との干渉、制御装置12内のドライバユニットの不良、ブレーキ電源の異常、多関節ロボット16の基部側のモータ不良、機体内配線の不良（断線を含む）、ベアリング・減速機の不良等が示される。これらの故障の原因となり得る項目は、保全対象となっているシステム10の過去の故障履歴や構造的に故障原因と考えられる項目、シ

40
40
50

システム10の有する自己診断機能（例えば制御装置12の内部機能）により故障原因と判断される項目等が予め準備され、表示される。具体的には、複数準備されたエラーコード、図2の場合、『エラーコードE0038』に対応して、故障の原因となり得る項目が表示される。この他、メイン表示エリア26の中には、より具体的なエラー内容の表示30aとして、例えば、『電子サーマルの動作により設定値を越えエラーを検出します。』等の解説表示や最もシンプルなエラーの解除方法の表示30b、つまり、『エラーリセットSW』の使用等の案内が表示される。また、エラー表示エリア24の左側には、システム10が動作プログラム中のどの状態で停止しているを示すためにエラーコードが発生したプログラム及びステップ（図2の場合、プログラム30のステップ1で停止している）が示されている。さらに、エラー表示エリア24の直下には、後述するが、メイン表示エリア26に示す画面の分類管理を行うと共に、外部コンピュータ等により詳細情報を取得する時に使用する表示割付コード24aが示されている。通常、エラーコードが出力された場合には、センサーの誤動作等も考えられるので、エラーリセットSWを使用し、尚もエラー表示が継続される場合には、メイン表示エリア26上に現れている『次へ』のタッチスイッチ30cに触れ、操作装置18の表示部22を次画面へと移行させ、具体的な保全支援段階の表示を行わせる。

【0030】本実施形態の特徴的事項は、この段階で、保全管理者の熟練度（スキル）に応じて保全支援の表示内容を変更するところである。

【0031】図3(a)は、主に熟練度の低い保全管理者に故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態が示される画面であり、図3(b)は、主に熟練度の高い保全管理者に故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態が示される画面である。なお、図2の画面から図3(a)の画面に移行するようにしてもよいし、図2の画面から図3(b)の画面に移行するようにしてもよい。タッチスイッチ30cで、図2の画面から図3(a)の画面に移行した場合、メイン表示エリア26の右隅に現れる部品の『調査方法』の画面を要求する切換タッチスイッチ32aに触ることで、図3(b)の画面に移行し、図2の画面から図3(b)の画面に移行した場合、メイン表示エリア26の右隅に現れる部品の『交換方法』の画面を要求する切換タッチスイッチ32bに触ることで、図3(a)の画面に移行する。すなわち、切換タッチスイッチ32a、32b（形態選択部）により交互に所望の画面を表示させることができる（形態選択ステップ）。

【0032】まず、図3(a)の部品交換を主体にした作業形態が示される画面が選択された場合について説明する。部品交換を主体にした故障復旧作業の場合、エラー表示エリア24に示されるエラーの原因となり得る項

目が、その発生確率の高い順に手順項目として示される。図3(a)の場合、エラー表示エリア24に『ロボットが動けない・重い』という異常です。E0038サーボエラー 過負荷』の原因として示される手順項目は、故障履歴や構造上の理由、システム10の自己診断の結果等に基づいて予め設定されている。なお、この手順項目の表示順序は、過去の故障履歴等に基づいて、更新することが好ましい（順序更新ステップ）。この順序更新を行うことで、効率的な交換手順を提供することができる。例えば、1番目に『他設備との干渉』が例えば70%の確率で原因になり、ついで、2番目に『ドライブユニットの不良』が20%の確率で原因になり、3番目に『ブレーキ電源の異常』が5%、4番目に『モータ不良』が2%、5番目に『機体内配線の不良』が2%の確率で原因になる可能がある旨が表示される（項目表示ステップ）。従って、この手順項目に従って、部品の交換を行うことによって、部品交換を主体とする故障復旧においては、最も効率的に復旧作業を行うことができる。また、各手順項目には、部品の交換作業に必要な処理時間と示す数値（3分、10分等）と前記数値を示すバーグラフで示され、故障復旧までの必要時間の認識が容易にできるようになっている。この処理時間は、過去の部品交換履歴（修理履歴）等に基づいて算出され設定される例えば標準的な標準時間であることが望ましい。また、図3(a)で示す部品交換を主体とする作業形態の表示と、後述する図3(b)に示す調査を主体とする作業形態の表示とを、視覚的に容易に識別できるように、例えば、図3(a)のバーグラフを黄色で示し、図3(b)のバーグラフを青色等任意の別の色で示すことが好ましい。なお、図3(a)の場合、メイン表示エリア26には、5項目の表示を行い、以降はスクロールキー34a、34bにより手順項目をスクロールすることにより、例えば、『ペアリング・減速機の不良』等の次項目を表示させることができる。

【0033】続いて、保全管理者が図3(a)のメイン表示エリア26に表示された手順項目に触ると、具体的な部品の交換手順が示されてる（内容表示ステップ）。図3(a)においては、『他設備との干渉』の手順項目に触ると、交換作業に先立って、目視確認しておくべき干渉する可能性のある部分が表示される。ここでは、該当システム10の保全に不慣れな者に対して部品交換を主体とした作業手順を示すため、目視確認する位置や確認内容も単純で最小限にとどめられていることが望ましい。

【0034】他設備との干渉が無いことが確認された場合、保全管理者が次に『ドライブユニットの不良』の手順項目に触ると、図4に示すように、ドライブユニットの交換手順を示す画面に移行する。図4の例では、メイン表示エリア26の上部の表示エリア36aに選択した手順項目『ドライブユニットの不良』が表示され、そ

の下部左の所在表示エリア36bに制御装置12中のドライブユニットの所在位置がグラフィックで示される。なお、表示エリア36aには、ドライブユニットの交換に必要な処理時間（例えば10分）が表示される。また、図4の場合、後述するドライブユニットに関する調査を行った場合の調査に必要な処理時間（5分）も参考として表示されている。さらに、メイン表示エリア26の右側には、具体的な作業内容36cが示される。すなわち、作業内容36cの上段に交換対象のドライブユニットの『品名』、『型式・品番』、『備考（部品の保管棚の番号）』等が表示され、中段に部品交換に必要な『工具』、例えば『M5ビス／プラスドライバー（200mm以上）』等が表示され、下段に、実際の交換方法を示す作業の手順が例えば、『1. 制御装置の電源をOFF。作業は、電源OFF後5分以上経過してから。』、『2. ドライブユニットの接続されているケーブルをすべて外す。』、『3. 取付ネジ（6本）を外し、ドライブユニットを引き出す。重量：約170N。』、『4. 新しいドライブユニットをはめ込む。』等の手順が順に示される。また、さらなる作業内容がある場合には、スクロールキーが表示され、以降の作業内容が表示可能になる。この時、メイン表示エリア26の左下には、部品交換をさらにスムーズに行うための解説画面36dが表示される。この解説画面36dには、例えば、交換対象のドライブユニットの外観図が表示されたり、前述した実際の部品交換の作業内容に対応した解説の画面、例えば、取り外すケーブルの位置や取付ネジの位置等が順次表示される。もちろん、動画で一連の手順を表示してもよい。また、作業内容36cに示される『備考』の欄に触れることにより、保管棚の位置を示したり、工具の欄に触れることにより実際の工具の形状や保管場所を解説画面36dで示してもよい。なお、ここで示される作業内容は、過去の修理履歴や使用部品の変更等に基づいて、更新することが好ましい（内容更新ステップ）。この内容更新を行うことで、効率的な交換手順を提供することができる。

【0035】なお、図4で表示される画面は、表示割付コード24aで示されるコード、例えば『交換 003801』に対応して準備されたものである。図4の場合、『交換 003801』を表示しているためその部分の背景色が反転（例えばグリーン表示）になっている。また、この表示割付コード24aを外部の保全支援コンピュータ等に入力すると、より詳細な画面と詳細な情報が得られるようになっている。

【0036】保全管理者がドライブユニットの交換を完了したら、図4のメイン表示エリア26の右に表示されている『戻る』のキー38に触ると、図3(a)の画面に戻る。そして、部品交換作業の3段階目の『ブレーキ電源の異常』に触ると、図4の画面と同一構成のブレーキ電源交換を支援する画面に移行し、交換作業を行

えるようになる。以下同様に、『モーターの不良』、『機体内配線の不良』等の作業項目に触れることにより、モータの交換や配線の交換を行うことができる。

【0037】このように、システム10に故障が発生した場合、その故障の原因となり得る手順項目を確率の高い順に表示し、部品交換という特別なスキル（例えば、詳細な構造的知識や詳細な電気回路知識）を必要とすることなく対応できる作業によって、故障復旧作業を実施することができる。その結果、保全対象となったシステム10に不慣れな場合でも迅速かつ効率的に復旧作業を行うことが可能になる。

【0038】次に、図3(b)の調査を主体にした作業形態が示される画面が選択された場合について説明する。調査を主体にした故障復旧作業の場合も、エラー表示エリア24に示されるエラーの原因となり得る項目が、その発生確率の高い順に手順項目として示される。

図3(b)の場合もエラー表示エリア24に『ロボットが動けない・重い』という異常です。E0038サーボエラー 過負荷』の原因として示される手順項目は、故障履歴や構造上の理由、システム10の自己診断の結果等に基づいて予め設定されている。例えば、1番目に『他設備との干渉』が例えば70%の確率で原因になり、ついで、2番目に『ドライブユニットの不良』が20%の確率で原因になり、3番目に『ブレーキ電源の異常』が5%、4番目に『モータ不良』が2%、5番目に『機体内配線の不良』が2%の確率で原因になる可能がある旨が表示される（項目表示ステップ）。従って、この手順項目に従って、各項目の調査、例えば、所定の端子に所定の電圧が印加されているか否かとか、センサが正常に動作しているか否か等を行うことによって、故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査を主体とする故障復旧においては、最も効率的に復旧作業を行うことができる。すなわち、効率的な調査を行い、故障している部品のみを効率よく交換し、システム10の復旧を行うことが可能になる。

【0039】図3(b)においても図3(a)と同様に、各手順項目には、部品の調査作業に必要な処理時間が数値（3分、5分等）と前記数値を示すバーグラフ（図3(a)の状態と識別を容易にするため例えば青

40 色）で示され、故障部品特定までの処理時間の認識が容易にできるようになっている。なお、図3(b)の場合、メイン表示エリア26には、5項目の表示を行い、以降はスクロールキー34a、34bにより手順項目をスクロールすることにより、例えば、『ペアリング・減速機の不良』等の次項目を表示させることができる。なお、図3(b)の場合、調査対象となる手順項目が図3(a)と同じ場合が表示されているが、同じエラーコードに対して、図3(a)に示す部品交換を主体とする画面と図3(b)の調査を主体とする画面が同じであるとは限らず、例えば、ドライブユニットの不良に関する調

査を行う場合、ドライブユニットの故障を検出するためには、『ドライブユニットの接続不良』とか、『ドライブユニットのIC不良』等の手順項目が表示される場合もある。

【0040】続いて、保全管理者が図3 (b) のメイン表示エリア26に表示された手順項目に触ると、具体的な調査手順が示されてる(内容表示ステップ)。図3 (b)においては、『他設備との干渉』の手順項目に触ると、目視や必要に応じて各種工具等を使用して確認しておくべき干渉する可能性のある部分が表示される。ここでは、該当システム10の保全に熟練した保全管理者に対して不具合部分(故障原因部分)の調査を主体とした作業手順を示すため、所定のスキルを必要とする確認作業も行う案内が提示される。

【0041】他設備との干渉が無いことが確認された場合、次に『ドライブユニットの不良』の手順項目に触ると、図5に示すように、ドライブユニットの不良を調査するための手順を示す画面に移行する。図5の例では、メイン表示エリア26の上部の表示エリア36aに選択した手順項目『ドライブユニットの不良』が表示され、併せて、調査に必要な処理時間(5分)や、調査の結果故障が発見され、ドライブユニットの交換が必要になった場合に必要な処理時間(10分)も表示される。なお、これらの処理時間は、前述したように過去の調査の履歴(修理履歴等を含む)等により予め定められた標準的な時間であることが好ましい。また、その下部の調査手順表示エリア36eに具体的な調査内容が示される。図5の場合、調査内容は、『1. 手動でブレーキを解除できるか』、『2. 不具合軸は1軸のみである』、『3. ブレーキを解放してもBA2とPB間の電圧が0Vのままである。』等である。保全該当のシステム10を熟知し、詳細な構造的知識や詳細な電気回路知識等を有している保全管理者は、各種工具や試験器等を使用し、前述した調査内容に従って調査を行う。

【0042】この調査の結果、ドライブユニットの故障であることが特定できた場合は、メイン表示エリア26の左側に現れている『交換方法』のキー32bに触ると、図3 (a) の画面に移行することが可能になり、交換作業の案内を取得することができる。また、調査の結果、ドライブユニットは正常であると確認された場合、『戻る』のキー38に触ると、図3 (b) の画面に戻り、調査作業の3段階目の『ブレーキ電源の異常』の選択が可能になり、図5の画面と同一構成のブレーキ電源に関する調査を支援する画面に移行し、次の調査作業を行えるようになる。以下故障部分が特定できるまで、上述と同様に、『モーターの不良』、『機体内配線の不良』等の作業項目を選択し、モータや配線に関する調査を行うことができる。

【0043】なお、図5の場合、調査手順を箇条書き形式で羅列表示しているが、例えば、調査手順をフローチ

ヤート形式で示してもよい。この場合、調査の全体的な流れの理解が容易であり、よりスムーズな調査を行うことができる。

【0044】また、図5で表示される画面は、表示割付コード24aで示されるコード、例えば『調査 003820』に対応して準備されたものである。図5の場合、『交換 003820』を表示しているためその部分の背景色が反転(例えばグリーン表示)になっている。ここの場合も表示割付コード24aを外部の保全支援コンピュータ等に入力すると、より詳細な画面と詳細な情報が得られるようになっている。

【0045】このように、システム10に故障が発生した場合、その故障の原因となり得る項目を確率の高い順に表示し、調査という特別なスキル(例えば、詳細な構造的知識や詳細な電気回路知識)を必要とする作業によって実施することができる。この場合、故障している部位の特定を効率的に行うので、保全対象となったシステム10を熟知した保全管理者にとっては、的確かつ最小限の作業により、交換が必要な部品の特定を迅速かつ効率的に行うことが可能になり、システム10の復旧作業を迅速に行うことが可能になる。

【0046】なお、図2～図5において、メイン表示エリア26の右下に『一覧』というキー40が存在するが、本実施形態の場合、このキー40を操作することにより、エラーコードの一覧が表示され、表示されたエラーコードの中から所望のエラーコードを選択することによりエラーコードの詳細な内容を取得することができる。

【0047】このように、本実施形態においては、保全対象のシステム10に対し、故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態または故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態を選択することが可能である。その結果、保全対象のシステム10に対する保全管理者の熟練度に応じて、システム10の故障からの復旧を迅速かつスムーズに行うための作業手順を適切に提供し効率的な保全作業を行うことができる。

【0048】なお、本実施形態に示した表示画面は、一例であり、故障復旧のために、部品交換を主体にした作業形態または故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態を選択し、それぞれ、作業手順表示するものであれば、任意であり、保全管理者による手動または自動で画面のカスタマイズが行われてもよく、本実施形態と同様な効果を得ることができる。同様に、各画面の表示内容や表示順序等もシステム10の故障履歴や使用部品の変更等に基づいて更新されることはいうまでもない。

【0049】また、図3 (a)、図3 (b)において、各作業形態における処理時間を示しているが、部品交換を主体とする作業の処理時間と調査を主体とする処理時

間を比較し、より迅速にシステム10を復旧させることができた。また、作業形態を選択することも可能であり、作業選択の自由度を向上させることができる。

【0050】本実施形態の場合、操作装置18は、システム10の制御装置12に接続され、実際の電源供給や表示部22の制御部等（項目表示制御や内容表示制御等）は、制御装置12側で行う例を示しているが、電源や制御部等を操作装置18側に持たせるようにしてもよい。また、携帯型の操作装置18の表示部22は、表示エリアの制限を受けてしまうため、外部コンピュータ等を利用し、表示を行うようにしてもよい。すなわち、本実施形態では、保全支援装置を操作装置18に搭載した例を示しているが、外部のコンピュータや保全支援装置単独で構成するようにしてもよい。もちろん、前述した表示内容のカスタマイズ等をこの外部コンピュータで行うようにしてもよい。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば、部品交換を主体にした作業形態と、故障部位の特定を行う調査を行った上で部品交換を行わせる調査主体の作業形態と、を任意に選択することが可能になるので、保全管理者の熟練度に応じて、作業用ロボットシステムの故障からの復旧を迅速に行う手順を提供し、製造ラインや製造サイクロの停止を最小に抑える良好な保全支援を行うことができる。 *

* 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る保全支援装置を説明する作業用ロボットシステムを併記した構成概念図である。

【図2】 本発明の実施形態に係る保全支援装置において、作業用ロボットシステムに故障が発生した場合の保全支援スタート画面を説明する説明図である。

【図3】 本発明の実施形態に係る保全支援装置において、部品交換を主体とする作業手順を示す画面と調査を主体とする作業手順を示す画面を説明する説明図である。

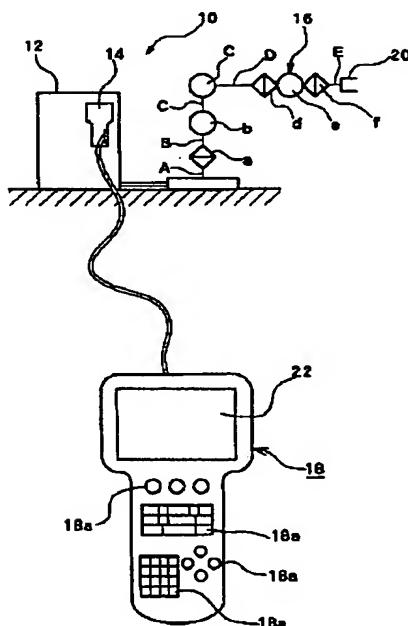
【図4】 本発明の実施形態に係る保全支援装置において、部品交換を主体とする作業手順の各作業項目の内容を示す画面を説明する説明図である。

【図5】 本発明の実施形態に係る保全支援装置において、調査を主体とする作業手順の各作業項目の内容を示す画面を説明する説明図である。

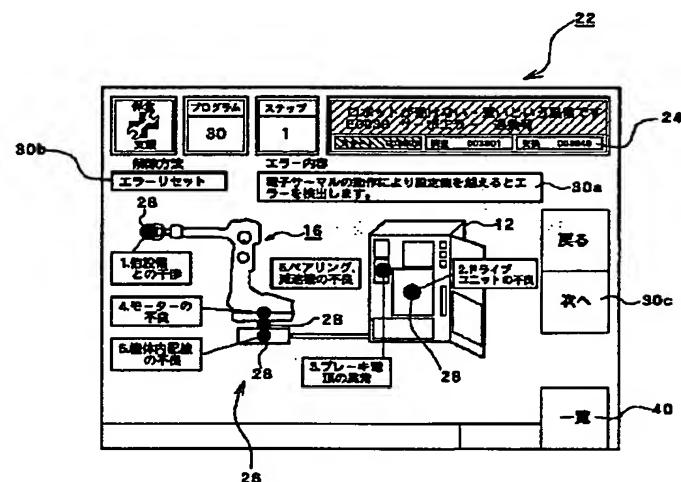
【符号の説明】

10 作業用多関節ロボットシステム、12 ロボット制御装置、14 ユニット収納部、16 多関節ロボット、18 操作装置、20 作業用ツール、22 表示部、24 エラー表示エリア、26 メイン表示エリア、32a, 32b 切換タッチスイッチ、34a, 34b スクロールキー。

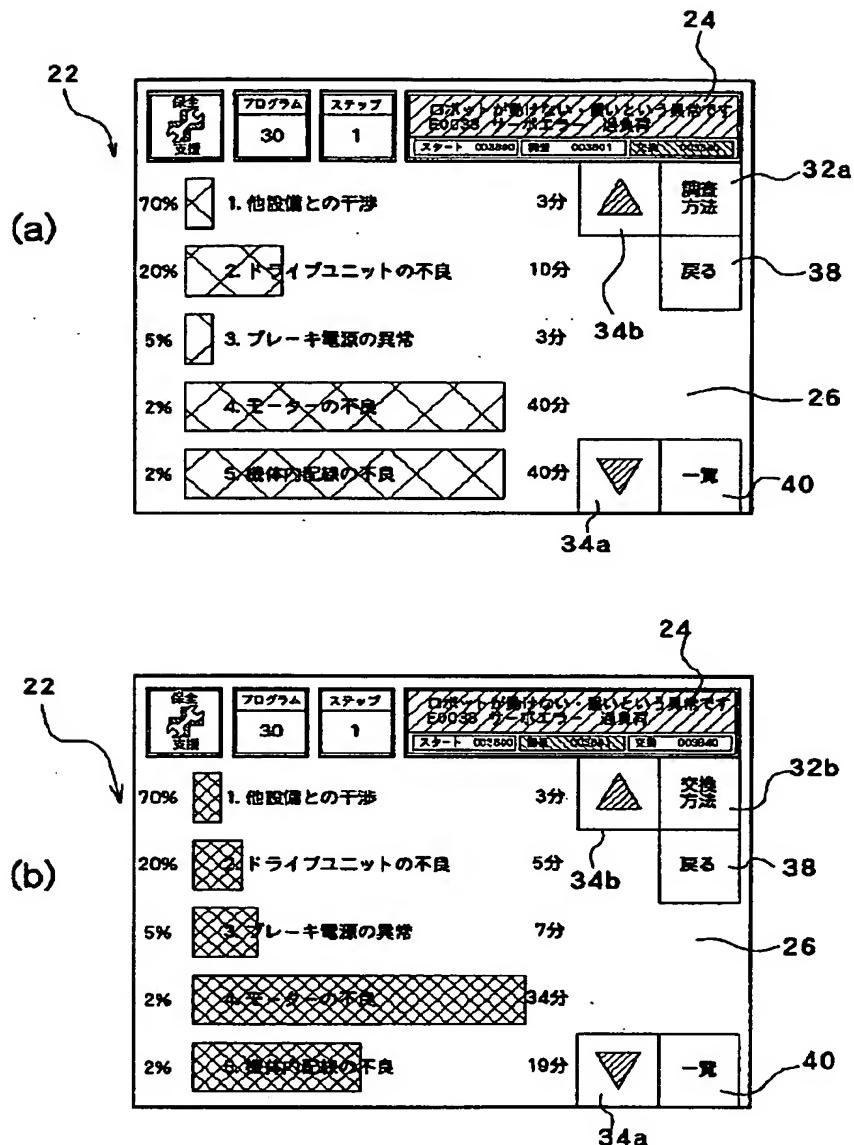
【図1】



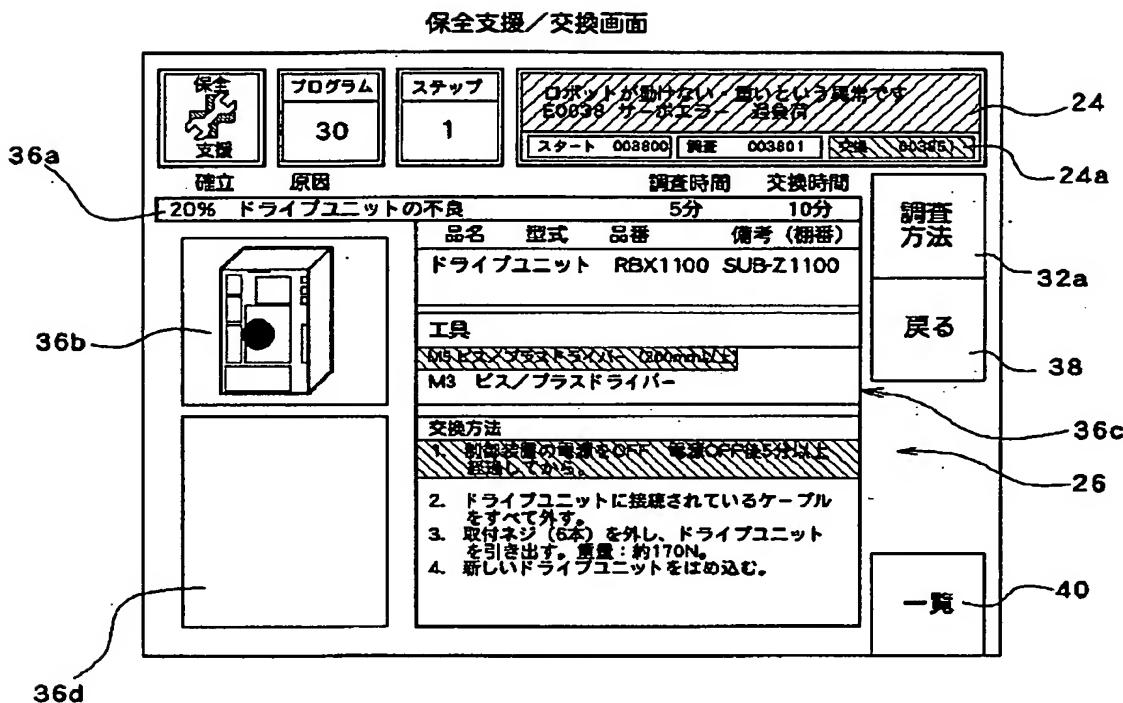
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

